

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 23220091152876

UDC_____



硕 士 学 位 论 文

基于决策树的新风系统的控制与分析

Control and analysis of the fresh air system based
on decision tree

曹 继 忠

指导教师姓名: 刘 瞰 东 教授

专 业 名 称: 控制理论与控制工程

论文提交日期: 2012 年 5 月

论文答辩时间: 2012 年 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: 

评 阅 人: _____

2012 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名): 曹伟忠

2012 年 5 月 31 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：蔡生忠

2012年5月31日

摘要

节能减排是我国重要的长期战略任务，已经成为我国的一项基本国策。随着通信事业的不断发展，基站数量的快速增加，带来了巨大的电力资源损耗。在通信行业的电耗成本中机房空调的电耗约占总电耗的 50%以上，因此降低空调机组的运行能耗刻不容缓。本论文提出了一套新风节能系统的方案，并分析了 ID3 算法在系统控制策略上的应用。

本课题是以厦门市广电集团中心机房为研究对象，设计与实现了机房新风系统的设备终端控制器、节能的新风设备系统并分析了决策树的智能算法。机房终端控制器包括最小系统模块、电源模块、传感器模块、通讯模块和人机接口模块等。通过室内外温湿度传感器，对被监控的机房进行实时有效地数据采集，并及时的对这些环境参数进行处理分析。以采集的有效数据为依据运用决策树的 ID3 算法，实现使用空调和风机的决策功能来达到节能的最佳效果。

本论文的新颖点在于将决策树的智能算法运用于机房节能系统之中。该算法全面分析了机房的环境因素对空调、风机工作状态的影响，来达到最佳节能目的。基于决策树的控制策略是有别于其他系统之处。

本论文主要做了以下几方面的工作：机房新风节能系统的整体设计，由终端控制器，节能的新风系统，远程无线通信处理的通讯模块和监控中心组成，主要对终端控制器硬件进行了详细的设计；在控制策略方面结合决策树算法，分析了 ID3 算法的原理，利用非类别属性的取值来生成系统最终的决策树。

关键词：机房节能；终端控制器；决策树

Abstract

Energy conservation is an important long-term strategic task. It has become a basic national policy. With the rapid development of communications business and the increase of the number of base stations, so they brought great loss of power resources. In the communications industry, the air conditioning power consumption is more than 50%, so we should reduce the energy consumption of air conditioning at once. This paper presents a new set of wind energy systems program and analyzes the application of the ID3 algorithm in the control strategy of the system.

The paper, which used the machine room of Xiamen guang-dian power grid as the research object, we design a terminal controller of fresh air system and analysis of intelligent algorithm of decision tree. The terminal controller includes the minimum system module, power supply module, sensor module, communication module, man-machine interface module and so on. We collect the effective data by the indoor and outdoor temperature and humidity sensors, then we process and analysis of these environmental parameters. At last system designs ID3 algorithm by the collected data and achieves the air condition and fan policy-making function to save energy.

Innovation of this paper is to use intelligent algorithm of decision tree for energy saving system. The algorithm is a comprehensive analysis of the impact of the environmental factors of the computer room air conditioning, fans work. In order to have the best energy-saving purposes, based on the decision tree strategy is different from the other system.

This paper made the following areas: the overall design of new wind energy conservation system, which includes the terminal controller, new energy-efficient air system, communication module of the remote wireless communication processing and monitoring center, the paper detailed design of the terminal controller hardware; in the control strategy, it combines with the decision tree algorithm, analysis the principle of the ID3algorithm, use of non-class attribute values to generate the final system of decision tree.

Key Words: Energy-saving of Machine Room; Terminal Controller; Decision Tree

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 课题产生的背景	1
1.2 课题研究意义	2
1.3 本文的架构	3
第二章 决策树相关知识	5
2.1 概述.....	5
2.2 决策树方法	5
2.3 常见的决策树算法介绍	6
2.3.1 ID3 算法	6
2.3.2 C4.5 算法	7
2.3.3 CART 算法	8
2.3.4 SPRINT 算法.....	9
第三章 新风节能控制系统分析	10
3.1 系统的总体设计方案	10
3.1.1 系统需求分析.....	10
3.1.2 终端设备设计所遵循的原则.....	10
3.1.3 终端设备的功能设计需求.....	11
3.1.4 系统总体构成.....	11
3.2 系统工作原理	12
3.3 本章小结	14
第四章 机房新风节能系统硬件设计	15
4.1 硬件系统总体构成	15
4.2 MCU 模块及外部 RAM 扩展	15
4.2.1P89V51RC2 介绍	16
4.2.2 外部 RAM 扩展	17

4.3 电源模块	18
4.4 传感器采集模块	18
4.4.1 SHT71 结构	19
4.4.2 SHT71 工作原理	20
4.5 人机接口模块	24
4.6 通讯模块	26
4.6.1 ZNE-100T 模块简介	26
4.6.2 ZNE-100T 模块的接口电路设计	28
4.7 本章小结	29
第五章 新风系统的决策功能分析	30
5.1 概述	30
5.2 新风系统决策参数	30
5.3 新风系统传统的决策方法	31
5.3.1 典型的控制方法	31
5.3.2 常用的控制决策方法	32
5.4 基于决策树的新风系统的分析	36
5.4.1 概述	36
5.4.2 基于决策树 ID3 算法	36
5.4.3 新风系统的决策树实现	42
5.4.4 基于决策树的新风系统的功能优点	46
第六章 总结与展望	48
6.1 论文的主要工作	48
6.2 研究展望	48
参考文献	49
致 谢	52
攻读硕士学位期间撰写的论文	53

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Subject background	1
1.2 Research significance.....	2
1.3 Paper structure	3
Chapter 2 Review of related knowledge	5
2.1 Summary.....	5
2.2 Method of decision tree.....	6
2.3 Common decision tree algorithm.....	6
2.3.1 ID3 algorithm.....	6
2.3.2 C4.5 algorithm	7
2.3.3 CART algorithm.....	8
2.3.4 SPRINT algorithm	9
Chapter 3 Analysis of news wind enery-saving control system	10
3.1 Design of overall.....	10
3.1.1 System requirements analysis	10
3.1.2 Principles of terminal equipment	10
3.1.3 Functional design requirements for terminal equipment	11
3.1.4 Composition of the overall system	11
3.2 Principle of the system	12
3.3 Chapter summary.....	14
Chapter 4 Hardware design of the engine room of new wind energy conservation system	15
4.1 The overall composition hardware system	15
4.2 MCU&External RAM Expansion	15
4.2.1 Introduction of P89V51RC2	16
4.2.2 External RAM expansion.....	17

4.3 Power module	18
4.4 Sensor modle.....	18
4.4.1 Structre of sht71	19
4.4.2 Working principle of sht71	20
4.5 Interface module	25
4.6 Communication module	26
4.7 Chapter summary.....	29
Chapter 5 Analysis of the decision-making functions of the system	30
5.1 Summary	30
5.2 System of decision parameters	30
5.3 Traditional decisio-making of the mew air system	31
5.4 Fresh air system based on decision tree analysis.....	36
5.4.1 Summary	36
5.4.2 Based on the decision tree ID3 algorithm	36
5.4.3 Decision tree implementation of the system	42
5.4.4 Features and benefits of the new air system based on decision tree	46
Chapter 6 Conclusions and future works	48
6.1 Conclusions	48
6.2 Future works	48
References	49
Acknowledgements	52
Published papers	53

第一章 绪论

1.1 课题产生的背景

建设节约型社会，实现可持续发展，是我国政府总结现代化建设经验，从我国的具体国情出发而提出的一项重大的决策。长期以来，我国经济快速增长、各项建设取得了显著地成就，也因此付出了巨大的资源和环境代价。发展国民经济、提高人民的物质水平的最重要的基础是能源，合理有效地利用能源、缓解能源紧缺状况、提高企业经济效益和保护环境是节约能源的重要举措^[1]。

在“十二五”规划中，我国政府将能源效率列为重中之重。而在未来的十年内，我国致力于把中国从目前的低效能源使用者变成高效能源使用者。同时，温室气体排放引起全球气候变暖，备受国际社会广泛关注。进一步加强节能减排工作，也是应对全球气候变化的迫切需要，是我们应该承担的责任。为此，提高全民族的节约意识，在全社会倡导节俭、文明、适度、合理的消费理念，对建设节约型社会有着重要的意义。

目前通信事业迅猛发展，机房的数量也与日俱增。机房内存放着大量通讯设备，这些设备对机房内部要求较高，需要恒温、恒压、恒湿、低噪声、低粉尘环境^[2-3]。通讯设备一般安置在密封的房间内，通过空调长年运行来维持室内的环境。机房空调和设备一年四季长期处于运行状态，能耗巨大，因此有节能的空间。如今随着计算机技术的迅速发展，结合各行业取得的优秀成果，极大的推动了社会发展。借助于计算机、通信等先进技术研发了一套自动化程度高、运行可靠、高效节电、使用方便的机房节能系统，同时在控制策略上采用了决策树算法正是本课题解决的问题^[4-7]。

本论文的机房新风控制系统是一类基于决策树的新风系统。它采用了新风冷却控制原理以后，机房的节能状况将得到极大的提高。同时通过决策树 ID3 算法^[8]，根据机房内外部温湿度、烟雾报警情况等来合理的决定空调和风机的使用状态。随着智能控制技术的发展，将智能控制技术应用到机房新风节能系统中，实现机房空调，风机使用的最优控制，实现系统的最佳的节能效果。选择合理经济的控制策略，最大限度的使用引进新风来取代空调的使用达到节能目的是本文的

重点与难点。

对于通信行业来说,机房新风节能系统不仅延长了空调的使用寿命,减少了电能能耗,同时可以大大减少工作人员的劳动强度,提高了对故障的处理效率和企业的效益。

1.2 课题研究意义

在我国目前经济高速发展的同时降低能耗是今后必须实现的目标,是经济可持续发展的重要保障。对于通信行业而言,实现资源节约和环保的战略目标。根据通信部门多年的统计数据分析,通信行业的运营成本主要是电耗成本,而在电耗成本中,机房空调的电耗约占总电耗 50%以上。能够有效的降低空调机组的运行,来达到节能的目标^[9]。随着通信业务的增长,基站的数量也呈现大量的增长。目前电力能源短缺现象日益突出,节能降耗显然已是全社会关注的热点。国内各大通信运营商早已制定了节能减排的工作计划和目标。中国移动成立了“节能办公室”和“绿色行动小组”,负责协调和管理节能减排工作,并推出了“绿色行动计划”;中国联通成立了节能减排领导小组,并召开了节能经验交流会,提出了 2008 年的节能减排具体目标;中国电信也很早就着手节能减排问题,先后发布了《中国电信数据中心机房电源、空调环境设计规范》、《节能实施方案》、《中国电信节能工作指导意见》。2009 年 6 月中国移动集团公司联合中国移动集团公司曾于今年六月联合海尔、海信、美的、大金等 8 家空调厂商宣布成功开发基站机房专业节能型空调,深挖行业空调运行节能潜力,优化专业空调结构,能效比达到 3.0,比目前电信运营商基站普遍使用的普通民用空调节能 25%左右^[10]。

通信机房的节能减排,基站空调机组的节能已经引起了全社会的重视,采用新风系统来取代空调机组的使用时间具有重大的意义。同时在控制策略上采用基于决策树的 ID3 算法,这样可以考虑到整个机房环境的所有因素,是更加精确和及时使用风机。带来的节能效果更加的明显,与传统的单一的控制方法相比,更加的智能。本课题主要的意义如下:

1. 节约用电,提高企业效益。利用自然冷源来降低基站室内温度的新风节能监控系统,能使基站节电达 35%~60%,节省了电费开支,提高了移动通信运营商的竞争力。

2. 采用 ID3 算法使系统控制策略更加的科学, 提高节能指数。本系统将机房的室内温湿度分成相应的六个区域, 同时结合烟雾报警信息等非类别属性运用决策树算法合理的开始风机的工作。

3. 系统应对突发事件, 保障机房设备运行安全, 如机房出现空调、风机等故障, 系统可单独运行, 控制机房内环境温度和湿度来保障设备运行安全。

4. 系统在运用决策树算法是考虑到室内温湿度的极限值, 也就是机房的制冷设备长期无法满足设备的发热量是, 系统会提示我们要考虑增加制冷设备等。

5. 通过本系统将决策树算法运用到机房新风节能系统之中, 是对该算法的运用和完善, 体现其价值。

6. 提高企业形象, 做优良企业, 相应国家的节能减排的号召。一个大的知名的企业具有较强的社会责任感的, 是群众中具有良好的口碑的企业。节能减排不仅仅是企业提高经营效益的需要, 更是企业对整过社会尽责的体现。

7. 通过 Internet 进行远程监控、远程诊断、维护等, 可节省大量的人力。采用基站新风节能监控系统可取代传统的管理人员轮流职守、维护设备正常运转的运营方式, 实现现场的无人或少人职守, 节省人力物力, 提高了经济效益。

8. 远程监控适用范围广, 在很多不适合人类工作的环境下(如偏远山区, 易燃易爆等危险状况), 无需工作人员现场监测的远程监控更有必要^[11]。

1.3 本文的架构

本论文主要做了以下几方面的工作: 机房新风节能系统的整体设计, 由终端控制器, 节能的新风系统, 远程无线通信处理的通讯模块和监控中心组成, 主要对终端控制器硬件进行了详细的设计; 在控制策略方面结合决策树算法, 分析了 ID3 算法的原理, 利用非类别属性的取值来生成系统最终的决策树。具体结构如下:

第一章 绪论。讨论了课题产生的背景、研究的意义等。

第二章 决策树相关知识的介绍。介绍了决策树方法和常见的决策树算法, 并对常见的算法的特点进行了分析。

第三章 新风节能控制系统分析。分析了系统的总体设计方案、需求分析、和工作原理。

第四章 机房新风系统的硬件设计与实现。

第五章 新风系统决策功能分析与设计。由决策树的 ID3 算法结合节能系统，最终生成基于本系统的决策树。

第六章 总结与展望。总结了主要的工作，并指出文章的不足之处，对今后的工作进行了展望。

第二章 决策树相关知识

2.1 概述

机房新风系统中影响风机和空调工作方式的因数有很多, 哪些是主要的因数哪些是次要因数, 怎样从这些因数中找出对系统影响最大的看成是分类的问题。分类即根据数据的不同特征将其划分为不同的类别^[12-14]。在数据分析中, 根据机房环境因数决定风机、空调等的工作方式做出预测被看做是一个分类问题, 即根据机房室内外的不同环境因数启用怎样的工作模式来达到和节能指数是高还是低的工作模式。具体做法是将分类方法用于确定的机房环境因数标示属性的训练样本集中, 从中挖掘归纳出规则集, 然后利用所获得规则对未知类别属性的环境因数进行预测分类, 判断这些因数的产生的机房的节能是节能指数高的还是节能指数低的。对于节能指数低的方案, 管理部门可以采取相应的必要措施, 从而达到节能减排的监控目的。节能和环境指数是目前智能机房中所面临的问题, 一方面机房的设备每天 24 小时不停地工作要求一定舒适的环境指数, 另一方面机房在正常运转时设备在不停地释放出大量热量和噪声。这是我们必须面对和解决的, 目前随着通讯运营市场竞争的日益激烈, 开源节流成为提高经营收益的有效方法。空调系统是维持通讯机房室内工作环境的重要设备, 其能耗占总能耗的 45% 以上, 节约空调系统能耗对节省通讯机房运作费用有着重要的意义, 因此我们如何降低空调的能耗, 是值得关注和研究的一个重大的课题。本文是基于厦门广播电视集团发射中心机房新风节能系统的课题应用研究。

2.2 决策树方法

人们把决策问题的自然状态或条件出现的概率、行动方案、益损值、预测结果等用一个树状图表示出来, 并用该图反映出人们思考、预测、决策的全过程, 这就是决策树法^[15]。决策树的节点为方块、圆圈、和三角, 节点间通过直线段连接, 如图 2.1 所示。图中:

□-表示决策点。从它引出的分支叫做方案分支, 每支代表一个方案。决策节点上标注的数字是所选方案的期望值。

○-表示方案的节点，从它引出的分支叫做概率分支。分支上注明的数字为自然状态的概率。

△-表示结果节点。它旁边标注的数字为方案在某种自然状态下的收益值。应用树状图进行决策的过程，是由右向左逐步前进，计算右端的期望收益值，或损失值，然后对不同方案的期望收益值的大小进行选择。方案的舍弃称为剪支。最后决策节点只留下唯一的一个，就是最优的决策方案。

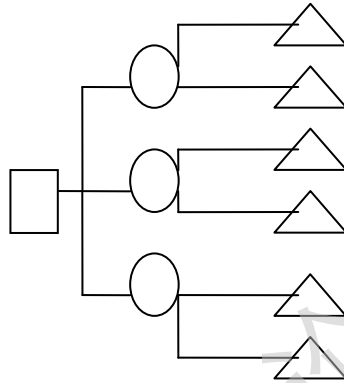


图 2.1 决策树

2.3 常见的决策树算法介绍

决策树算法有很多种，经典的 ID3 算法之后，大量的学者对该类算法进行了科学的研究，之后提出了 C4.5、SPRINT、CART、SLIQ 等决策树算法，以下简要的描述这几种算法的基本概念和思想。

2.3.1 ID3 算法

ID3 算法是由 Quinlan 首先提出的^[16]。该算法是以信息论为基础，以信息熵和信息增益度为衡量标准，从而实现对数据的归纳分类。以下是信息论的基本概念：

定义 1：若存在 n 个相同概率的消息，则每个消息的概率 p 是 $1/n$ ，一个消息传递的信息量为 $\log_2 (1/n)$ 。

定义 2：若有 n 个消息，其给定概率分布为 $P = (P_1, P_2 \dots P_n)$ ，则由该分布传递的信息量称为 P 的熵，记为 $I(p) = -\sum_{i=1}^n P_i \log_2 (p_i) \quad (i=1, \dots, n)$ 。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库